

Perfectionnements aux machines tournantes électromagnétiques. (Invention : Jacques DIETSCH.)

SOCIÉTÉ ANONYME DES ÉTABLISSEMENTS LÉON HATOT résidant en France (Seine).

Demandé le 25 février 1966, à 14^h 40^m, à Paris.

Délivré par arrêté du 27 février 1967.

(Bulletin officiel de la Propriété industrielle, n° 14 du 7 avril 1967.)

(Brevet d'invention dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'article 11, § 7, de la loi du 5 juillet 1844 modifiée par la loi du 7 avril 1902.)

On sait qu'une machine électromagnétique tournante du type polarisé comprend classiquement trois parties essentielles à savoir, un bobinage, un stator et un rotor. L'agencement et la configuration de ces trois éléments sont tels, qu'en général, pour une machine fonctionnant en moteur, le bobinage parcouru par un courant électrique, crée dans le stator un champ magnétique qui agit sur le rotor comprenant au moins un aimant permanent qui tourne avec lui. L'action du champ magnétique sur l'aimant provoque une force mécanique, utilisée pour obtenir un mouvement de déplacement. La machine est bien entendu réversible et peut fonctionner alors en générateur (alternateur par exemple).

Des machines tournantes de ce genre ont en particulier été décrites par la demanderesse dans ses brevets français 1.033.643, du 31 janvier 1951, et 1.149.495, du 20 février 1956.

La présente invention concerne une machine électromagnétique tournante, d'un type absolument nouveau, par la structure et l'agencement relatif de ses divers éléments, les nouvelles machines ayant à dimensions égales une puissance et un rendement bien supérieurs à la puissance et au rendement des machines classiques. Il convient de préciser l'expression machine tournante électromagnétique en indiquant que la machine selon l'invention peut être notamment utilisée en moteur synchrone alimenté par une tension alternative, en moteur pas à pas à impulsions de courants de polarité inversée ou alternée, en moteur pas à pas à impulsions de courants de même sens, en moteur à courant continu, (soit à commutation électronique, soit au moyen d'un collecteur) en alternateur, en relais polarisé ou en sonnerie.

Plus précisément, la présente invention concerne une machine tournante électromagnétique comportant autour d'un axe général au moins un bobinage

statorique fixe, au moins une couronne aimantée fixe et disposée autour de ce bobinage, cette couronne étant aimantée de manière à créer des lignes de forces intenses et localisées dans un nombre pair de zones régulièrement réparties tout le long de la couronne, les lignes de force changeant de sens d'une zone à la zone adjacente, un rotor réalisé au moins partiellement en une matière ferromagnétique, ce rotor comportant un arbre placé dans l'axe de la machine et au moins une pièce rotorique ferromagnétique associée à cet arbre, et présentant un nombre de dents au moins égal à la moitié du nombre de zones, des entrefers de faible largeur étant créés entre ces dents et ladite couronne, une pièce ferromagnétique complémentaire assurant par l'intermédiaire de l'arbre la fermeture des différents circuits magnétiques issus des différentes zones.

De préférence, les diverses zones sont aimantées de telle sorte que les lignes de forces correspondantes soient toutes parallèles à l'axe de la machine. Chaque pièce rotorique est alors avantageusement un plateau normal à cet axe.

La pièce complémentaire peut être soit fixe, soit montée sur l'arbre du rotor avec un certain jeu angulaire, soit solidaire du rotor. Dans ce dernier cas, elle a avantageusement une structure identique à celle d'une pièce rotorique dont elle a d'ailleurs la fonction. Dans un mode de réalisation particulièrement avantageux, la machine comprend ainsi un bobinage statorique fixe, une couronne aimantée entourant ce bobinage, et un rotor ferromagnétique portant deux plateaux ferromagnétiques dentés.

Dans d'autres modes de réalisation moins avantageux, les lignes de force des différentes zones peuvent passer par l'axe de la machine, notamment en étant radiales et normales à cet axe. Les pièces rotoriques et/ou la pièce complémentaire ont alors avan-

Best Available Copy

tageusement la forme de coupelles cylindriques ou tronconiques portant des dents sur leur surface extérieure cylindrique ou conique.

Des moyens supplémentaires appropriés peuvent également être prévus pour que la machine selon l'invention ait un sens de rotation préférentiel et pour faciliter le démarrage de la machine dans un tel sens.

Chaque couronne est avantageusement réalisée en des matières présentant un très grand champ coercitif telles que les ferrites et notamment les ferrites orientées; elle peut être réalisée en une seule pièce ou comporter un nombre pair d'aimants correspondant au nombre pair de zones.

La description qui va suivre, et les dessins annexés donnés surtout à titre d'exemples non limitatifs, feront mieux comprendre comment la présente invention peut être réalisée.

Sur les dessins annexés :

Les figures 1 et 2 représentent une forme de réalisation de machine utilisable, notamment en moteur synchrone, la figure 1 étant une coupe selon le plan I-I de la figure 2 et la figure 2 une coupe selon le plan II-II de la figure 1;

Les figures 3 et 4 représentent en coupe et en vue de dessus le détail d'une couronne aimantée comportant une série d'aimants permanents et de la bobine associée, la figure 4a représentant une variante de la figure 4;

Les figures 5, 6, 7 représentent en vue de dessus différentes formes de dents polaires des pièces rotatives permettant d'obtenir une rotation unidirectionnelle du rotor;

La figure 8 représente en coupe axiale une variante de réalisation dans laquelle intervient un système déphaseur de flux;

La figure 9 représente une coupe axiale d'une variante de réalisation de la machine de la figure 8;

La figure 10 représente en coupe axiale une machine selon l'invention permettant d'obtenir un couple moteur élevé;

La figure 11 représente en coupe axiale un moteur à haut rendement et à couple moteur très élevé;

La figure 12 représente en coupe axiale une variante simplifiée de la machine selon l'invention pouvant convenir à l'entraînement de mécanismes d'horloges;

Les figures 13 et 14 représentent en perspective et en coupe axiale une forme de réalisation économique en une seule pièce de la couronne aimantée;

La figure 15 analogue à la figure 14 représente une variante de réalisation de la couronne aimantée;

La figure 16 montre en coupe axiale un moteur pas à pas selon l'invention, pouvant fonctionner avec des impulsions de même polarité.

Toutes les figures précédentes concernant des machines à aimantation parallèle à l'axe;

La figure 1 qui est une coupe analogue à la figure 1, concerne une structure de machine à aimantation radiale.

Sur toutes les figures, on a utilisé les mêmes références pour des éléments homologues.

Les figures 1 et 2 représentent la structure générale de la machine objet de l'invention, dans le cas d'une aimantation « axiale ».

Cette machine comprend une bague annulaire B comportant un certain nombre de paires d'aimants permanents A, placés les uns à côté des autres et disposés de telle sorte que les plans supérieur et inférieur de ladite bague présentent une série de pôles de polarités alternées, n, s, n, s, \dots

Dans la partie centrale de la bague B est logée une bobine Bob, fixée à cette bague et dont le centre laisse passer librement le noyau N du rotor, réalisé en matière magnétique perméable.

Ce rotor est constitué, d'une part par le noyau N, et d'autre part par deux pièces rotoriques constituées par deux plateaux ferromagnétiques dentés R_1 et R_2 , la distance entre ces deux plateaux étant supérieure à l'épaisseur de la bague formée par les aimants A et la bobine Bob, de façon à pouvoir tourner librement dans les supports S_1 et S_2 qui forment le boîtier de la machine.

La différence entre la distance des deux plateaux et la hauteur de la bague à aimants A détermine deux entrefers e_1 et e_2 de faible « hauteur » axiale.

On a représenté sur les figures 1 et 2 un ensemble comportant dix aimants permanents, mais cette disposition n'est nullement limitative, le nombre d'aimants pouvant être inférieur ou supérieur.

Les deux plateaux R_1 et R_2 présentent un nombre de dents polaires D égal à la moitié du nombre pair de pôles créés par les aimants A, soit cinq pour le cas particulier décrit.

La « largeur » d des dents D est de préférence choisie en fonction de la largeur a des aimants A, et suivant les valeurs relatives de ces dimensions, on peut obtenir des machines de caractéristiques différentes.

Le champ magnétique créé par les aimants A se ferme par les plateaux R_1 et R_2 et le noyau N au travers des entrefers e_1 et e_2 . Par construction les valeurs des entrefers e_1 et e_2 sont de préférence égales afin de limiter les forces longitudinales s'appliquant sur les paliers (non représentés) dans lesquels sont montées les extrémités de l'arbre ou noyau N.

Si l'on applique une tension alternative aux bornes de la bobine Bob, celle-ci provoque la création d'un champ alternatif dans le noyau N et par suite, l'apparition d'une polarité magnétique sur les dents D des plateaux R_1 et R_2 .

Suivant la polarité de l'alternance de la tension alternative, les dents D se trouvent ou bien repoussées ou bien attirées par les pôles des aimants.

Le rotor se met à vibrer et démarre spontanément dans un sens ou dans l'autre. Du fait de la légèreté du rotor, comparée à un rotor constitué par un aimant permanent multipolaire massif, le démarrage se trouve facilité, le moment d'inertie étant beaucoup plus faible.

Les aimants A employés sont en ferrite et de préférence en ferrite anisotrope possédant une direction privilégiée d'aimantation. Cette caractéristique permet d'obtenir dans les entrefers e_1 et e_2 une induction à peu près deux fois plus élevée qu'avec des aimants en ferrite isotrope. De plus, la force coercitive de cette qualité d'aimant permet de les soumettre à un champ démagnétisant intense sans altérer leurs caractéristiques.

Le couple moteur produit étant proportionnel à l'induction, il en résulte une augmentation déjà sensible de celui-ci. (Le double que pour un moteur homothétique en ferrite isotrope).

On pourrait craindre que la juxtaposition des aimants, provoque des fuites magnétiques importantes entre les pôles de noms contraires des aimants adjacents. Or, l'emploi de matières anisotropes permettant une direction privilégiée d'aimantation produit des lignes de forces intenses perpendiculaires aux surfaces polaires des aimants, ces lignes de forces ayant un long parcours rectiligne. D'autre part, les plateaux R_1 et R_2 fermant les circuits magnétiques avec de faibles entrefers (par exemple compris entre 0,1 et 1 mm), les lignes de forces des aimants A ont très peu de dispersion. En définitive, les fuites magnétiques des machines selon l'invention sont donc très réduites.

Un second facteur contribuant à l'amélioration de l'efficacité des machines selon l'invention par rapport aux machines classiques réside dans le fait que la surface totale active des circuits magnétiques en présence (dents rotoriques en regard de la couronne), est en général supérieure à celle obtenue dans les machines connues à dimensions égales. Le couple moteur résultant étant proportionnel à cette surface, il en résulte un nouvel accroissement de celui-ci.

Un troisième facteur d'amélioration réside dans le fait qu'il n'y a pas de fuites magnétiques entre les dents polaires des deux plateaux R_1 et R_2 du fait de leur éloignement, et, de façon générale, pas de fuites magnétiques entre les pièces rotoriques entre elles et/ou entre elles et la pièce complémentaire.

Dans les moteurs connus, les dents polaires au contraire, comme celles des brevets précités, sont plus ou moins enchevêtrées et provoquent obligatoirement des fuites magnétiques réduisant l'efficacité du champ magnétisant moteur. On peut estimer à un facteur 1,5 à 2 l'amélioration obtenue à cet égard par la structure conforme à l'invention.

Enfin, un quatrième facteur intervenant dans

l'amélioration obtenue par rapport aux machines classiques réside dans le fait que le bobinage présente une faible longueur de spire moyenne. En effet, la bobine est placée au centre du moteur et les spires entourant le noyau N ayant un faible diamètre présentent une résistance électrique réduite par rapport aux spires des bobinages qui, sur les machines classiques, sont montées autour d'un rotor massif.

L'amélioration du rendement des machines conformes à l'invention par rapport aux machines classiques est donc très importante et les essais et mesures effectuées ont confirmé les considérations théoriques ci-dessus. En particulier, des mesures comparatives ont permis de vérifier pour des moteurs qu'à volume égal il existait un rapport de facteurs de qualités compris entre 5 et 15 entre les moteurs selon l'invention et les moteurs classiques.

Les figures 3 et 4 représentent le détail du circuit magnétique composé d'aimants permanents A en ferrite orientée, contenant le bobinage Bob. Cet ensemble peut en particulier être réalisé par la technique du surmoulage ou de l'enrobage.

Les figures 5, 6 et 7 représentent différentes formes de dents polaires D des plateaux R_1 et R_2 . Sur la figure 5 les dents polaires sont symétriques par rapport à un rayon passant par leur milieu.

La largeur d des dents peut être choisie de façon à recouvrir complètement la surface utile d'un aimant A. Elle peut être choisie supérieure de façon à shunter plus ou moins deux faces polaires adjacentes afin de diminuer l'accrochage magnétique du rotor, ou inférieure pour augmenter l'accrochage magnétique du rotor.

Afin de donner un sens préférentiel de rotation au rotor, les dents peuvent être dissymétriques ou fendues comme représenté aux figures 6 et 7. Cette disposition particulière est connue de l'homme de l'art mais trouve une application tout à fait satisfaisante dans le cas de l'invention. Des dents voilées, c'est-à-dire présentant un entrefer variable par rapport aux plans des aimants permanents peuvent également être utilisées avantageusement. La combinaison de plateaux R_1 et R_2 ayant des formes de dents différentes peut permettre également des formes de réalisations intéressantes.

La figure 8 représente une structure de moteur analogue à celle des figures 1 et 2 mais dans laquelle le plateau R est embouti en son centre de façon à permettre le logement d'une bague D_1 en métal bon conducteur de l'électricité comme le cuivre rouge ou l'aluminium. Dans cette disposition particulière, la présence de la bague D_1 déphase le flux magnétique traversant le plateau R_1 par rapport à celui traversant le plateau R_2 . Les deux plateaux R_1 et R_2 étant décalés angulairement de la valeur correspondant au déphasage produit, le moteur alimenté par une tension alternative a ainsi

un sens de rotation directionnel, toujours le même.

Le déphasage peut d'ailleurs être augmenté par une seconde bague D_2 comme représenté sur la figure 9.

Sur la figure 9, les deux bagues D_1 et D_2 ont été représentées comme distinctes. Elles peuvent être constituées cependant d'un seul ensemble massif percé de fentes en arc de cercle dans lesquelles on fait passer des languettes découpées dans le plateau R_1 avant de les replier par pressage pour constituer les dents polaires du plateau R_1 .

D'autre part, les bagues telles que D_1 et/ou D_2 peuvent être légèrement excentrées par rapport à l'axe général de la machine pour créer un effet de déphasage progressif.

En combinaison avec la ou les bagues D_1 et D_2 on peut utiliser des formes de dents polaires analogues à celles des figures 6 et 7. L'ensemble permet d'obtenir un moteur synchrone démarrant toujours dans le même sens et ne nécessitant pas de dispositif anti-retour. Ce moteur peut de plus fonctionner en pas à pas au moyen d'impulsions de courants de polarité inversées. Il peut être utilisé en particulier pour la commande de réceptrices horaires.

Enfin, comme le montre la figure 4a, les pôles alternativement s , n de la surface de la couronne aimantée constituée par les aimants A peuvent être orientés obliquement par rapport au rayon moyen correspondant, en vue de faciliter la rotation unidirectionnelle de la machine ainsi que son démarrage dans un sens préférentiel.

La figure 10 représente une variante perfectionnée des moteurs décrits ci-dessus en ce sens que les modifications apportées permettent l'obtention d'un moteur ayant une puissance volumique beaucoup plus élevée que les moteurs existants. L'ensemble (fig. 10) comporte deux bagues annulaires A_1 et A_2 constituées comme précédemment par une série d'aimants en ferrite orienté, ces deux bagues étant placées de part et d'autre d'une flasque F servant de support aux bobinages. Dans la flasque F sont encastrées des pièces Fe en acier doux assurant la continuité du champ magnétique créé par les aimants permanents.

Au centre de chaque bague annulaire se trouve placée une bobine, Bob 1 et Bob 2, ces bobines entourant elles-mêmes librement le noyau N du rotor.

Le rotor comprend deux plateaux R_1 et R_2 présentant des dents polaires.

Le fonctionnement du moteur est identique à celui décrit précédemment mais les forces électromagnétiques mises en jeu étant plus importantes, le couple moteur résultant est également plus grand.

La figure 11 est une variante de la figure 10. Le rotor est composé de trois plateaux R_1 , R_2 et R_3 dont l'association revient à accoler deux moteurs du

type décrit précédemment. La puissance massique développée par ce moteur est extrêmement élevée. Il se prête d'autre part à une utilisation à deux sens de rotation par déphasage, au moyen d'une capacité, du courant traversant l'un des deux bobinages, les plateaux extrêmes R_1 et R_2 étant décalés angulairement par rapport au plateau central R_3 .

La figure 12 représente un moteur simplifié selon l'invention. Celui-ci peut convenir dans le cas où l'encombrement présente de l'intérêt et où il n'est pas nécessaire de disposer d'un couple moteur élevé. Le rotor de ce moteur ne comprend qu'un seul plateau R_1 , le champ magnétique se fermant par une culasse fixe C en fer doux qui constitue la pièce de fermeture des lignes de force magnétiques.

Les figures 13 et 14 représentent une couronne aimantée, en ferrite anisotrope, le sens préférentiel d'aimantation étant dirigé suivant l'épaisseur. Au moyen d'un aimantateur spécial il est possible de créer sur chaque face une série de pôles magnétiques alternés, le champ de chaque aimant ainsi formé se fermant suivant l'épaisseur de la bague. L'utilisation d'une bague annulaire unique présente l'avantage d'être plus économique que l'ensemble formé par une série d'aimants. Elle présente par contre le désavantage d'une efficacité légèrement inférieure. Ainsi qu'il a été dit à propos de la figure 4a, les zones polaires n , s peuvent être également orientées obliquement par rapport aux rayons moyens qui leur correspondent.

La figure 15 représente un autre mode d'aimantation possible d'une des faces de la bague.

Les moteurs décrits précédemment peuvent être utilisés en pas à pas à impulsions de courants de même polarité, au moyen d'une polarisation magnétique auxiliaire comme représenté figure 16.

Dans de tels modes de réalisation, entre les dents polaires du plateau R_1 et solidaires de celui-ci se trouvent placés un ou plusieurs aimants auxiliaires A_x dont la face polaire regardant les aimants A, présente une polarité telle qu'il existe une attraction magnétique un pas polaire sur deux. Pour un sens déterminé de courant dans la bobine Bob, le rotor R_1 , N, R_2 va tourner d'un pas polaire, le ou les aimants auxiliaires A_x venant alors se placer au-dessus de pôles de mêmes noms. Ils sont alors soumis à des forces de répulsions magnétiques qui font à nouveau progresser le rotor d'un pas polaire lorsque le courant dans la bobine Bob est coupé.

Les dents polaires des plateaux rotoriques R_1 et R_2 étant déterminées pour que le rotor ait un sens de rotation déterminé, le rotor progressera de deux pas polaires à chaque impulsion de courant dans la bobine Bob, soit un pas polaire pendant le passage du courant et un pas polaire dû aux forces de répulsions magnétiques après le passage du courant.

Il est évident que suivant les besoins on peut utiliser un ou plusieurs aimants auxiliaires A_x aussi

bien sur le plateau R_1 que sur le plateau R_2 ou sur les deux. La forme des aimants auxiliaires A_x peut également être déterminée de façon à renforcer le sens préférentiel de rotation du rotor. On peut également appliquer ce principe aux différentes variantes de moteurs décrites.

La figure 17 illustre une structure de machine dans laquelle les lignes de forces des zones de la couronne aimantée ne sont plus parallèles à l'axe de la machine, mais radiales. Les pièces rotoriques ou la pièce complémentaire, telles que R_1 et R_2 , ont alors la forme de coupelles portant des dents D réparties à la périphérie cylindrique des coupelles. Les dents d'une de ces coupelles, telles que les dents D de R_1 (fig. 17) viennent alors s'intercaler entre la couronne aimantée A (soit pleine, soit constituée d'aimants radiaux) et la bobine Bob . La couronne est par exemple montée sur une bague support b solidaire de S_1 , et la bobine Bob liée à la couronne par un anneau de liaison l . Les entrefers e_1 et e_2 sont alors de forme annulaire.

Bien qu'un tel mode de réalisation soit moins avantageux que ceux qui ont été précédemment décrits (de par la possibilité de fuites magnétiques notamment), il n'en fait pas moins partie de l'invention de même d'ailleurs que les modes de réalisations pour lesquels les lignes de force des différentes zones viendraient concourir en un point quelconque de l'axe de la machine. On doit remarquer que des moyens classiques peuvent être employés pour faciliter l'autodémarrage de la machine (dents voilées, coupées, excentrées, en plusieurs parties, par exemple) et la rotation unidirectionnelle. De même, toutes les modalités de fonctionnements particuliers décrites ci-dessus sont applicables aussi aux modes de réalisations à aimantation « radiale », que les lignes de forces soient normales ou obliques par rapport à l'axe de la machine.

La machine selon l'invention peut, ainsi qu'on l'a vu, être utilisée en moteur.

Elle peut également être utilisée en relais. Dans ce cas, un courant continu appliqué à une bobine de la machine provoque le déplacement d'un pas polaire du rotor auquel est associé un ensemble de commutation à contact. Quand la bobine est désexcitée, le rotor revient à sa position initiale.

La machine selon l'invention peut également être utilisée en sonnerie. Dans ce cas, un des contacts « repos » (fermé quand la bobine n'est pas alimentée) est connecté en série avec la bobine, ce contact coupant le circuit dès qu'un courant continu appliqué excite la bobine. Le rotor se met à vibrer, et si on lui associe un marteau coopérant avec un timbre fixe, la machine fonctionne en sonnerie.

De même, la machine selon l'invention alimentée en courant alternatif peut être utilisée en vibreur.

Enfin, une pièce complémentaire dentée de fermeture des lignes de force peut être montée à glissement sur le rotor, avec une possibilité de course angulaire limitée par deux butées. Dans ce cas, au démarrage, le rotor ne peut tourner que si les dents de la pièce dentée complémentaire venue en butée dans un sens permettent une fermeture convenable des champs magnétiques (les dents de la pièce complémentaire étant alors en regard de celles des pièces rotoriques). Le rotor peut démarrer dans ce sens. Dans l'autre sens, les effets électromagnétiques moteurs s'annulent et le démarrage est impossible. Autrement dit, le montage libre d'une pièce complémentaire dentée constitue un nouveau moyen d'obtenir un sens de rotation exclusif.

Le choix des matières ferromagnétiques constituant le rotor peut permettre également d'améliorer les caractéristiques de la machine. En particulier, l'emploi de matériaux à faibles pertes par hystérésis et à haute résistivité permet l'élaboration de moteurs pouvant fonctionner à des fréquences supérieures à 50 Hz, par exemple jusqu'à 400 Hz. Le rotor étant léger et présentant peu d'inertie, des résultats satisfaisants ont été obtenus.

Les aimants A constituant la bague annulaire ont été représentés sous forme de parallélépipèdes rectangles mais d'autres de formes de section, par exemple trapézoïdales, peuvent être utilisées afin d'augmenter la surface active de l'entrefer. L'orientation des aimants A par rapport aux rayons passant au milieu de leurs plans aimantés peut être variable de façon à créer également un sens de rotation préférentiel, les dents du rotor ayant tendance à se déplacer vers la position de réluctance minimum.

De même, les pièces rotoriques telles que R_1 et R_2 peuvent avoir une section de forme quelconque, pourvu que la couronne aimantée ait une forme et des directions d'aimantation homologues. Il faut d'ailleurs insister sur le fait que le nombre de dents d'une pièce rotorique peut être inférieur à la moitié du nombre de zones aimantées.

Les machines à haut rendement selon l'invention peuvent également être utilisées en alternateurs délivrant suivant la vitesse de rotation du rotor une tension alternative de fréquence proportionnelle à cette vitesse.

Ces machines peuvent aussi être utilisées en moteur à courant continu. Des moyens de commutation connus peuvent être appliqués avantageusement, soit au moyen d'un collecteur, de circuits à transistors, de magnétorésistances, soit par d'autres moyens classiques.

RÉSUMÉ

La présente invention concerne notamment :

1° Une machine tournante électromagnétique comportant autour d'un axe général au moins un

bobinage statorique fixe au moins une couronne aimantée fixe et disposée autour de ce bobinage, cette couronne étant aimantée de manière à créer des lignes de forces intenses passant par un même point de l'axe à distance finie ou infinie, et localisées dans un nombre pair de zones régulièrement réparties tout le long de la couronne, les lignes de force changeant de sens d'une zone à la zone adjacente, un rotor réalisé au moins partiellement en une matière ferromagnétique, ce rotor comportant un arbre placé dans l'axe de la machine et au moins une pièce rotorique ferromagnétique associée à cet arbre, et présentant un nombre de dents au moins égal à la moitié du nombre de zones, des entrefers de faible largeur étant créés entre ces dents et ladite couronne, une pièce ferromagnétique complémentaire assurant par l'intermédiaire de l'arbre la fermeture des différents circuits magnétiques issus des différentes zones.

2° Des modes de réalisation de la machine selon 1° présentant les particularités suivantes prises séparément ou selon les diverses combinaisons possibles :

- a. Les lignes de forces sont parallèles à l'axe;
- b. Les lignes de forces sont radiales;
- c. La pièce ferromagnétique complémentaire est elle-même une pièce rotorique ferromagnétique solidaire de l'arbre du rotor;
- d. Les pièces rotoriques sont des plateaux ferromagnétiques;
- e. Les pièces rotoriques sont des coupelles cylindriques;
- f. La couronne aimantée est réalisée en ferrite orientée anisotrope possédant une direction privilégiée d'aimantation parallèle à l'axe de la machine;
- g. La couronne aimantée est réalisée en une seule pièce;
- h. La couronne aimantée comprend un nombre pair d'aimants individuels;
- i. La pièce complémentaire est une culasse fixe;
- j. La pièce complémentaire a une structure de

pièce rotorique, elle est montée sur le rotor avec un certain jeu angulaire de rotation;

k. Une pièce rotorique au moins est décalée angulairement par rapport à au moins une autre pièce rotorique semblable, et elle coopère avec au moins une bague conductrice de déphasage;

l. La bague de déphasage d'une pièce rotorique est légèrement excentrée par rapport à l'axe de la machine, pour créer un déphasage progressif;

m. Afin de donner un sens préférentiel de rotation au rotor, les dents des pièces rotoriques peuvent être dissymétriques, fendues, voilées, coupées ou excentrées;

n. La machine comporte trois pièces rotoriques encadrant deux ensembles bobine-couronne aimantée;

o. La machine comporte deux pièces rotoriques encadrant deux ensembles bobine-couronne aimantée, une pièce ferromagnétique annulaire étant disposée entre les deux couronnes aimantées adjacentes pour assurer la continuité des circuits magnétiques;

p. La machine fonctionne en moteur synchrone alimenté par une tension alternative;

q. La machine fonctionne en moteur pas à pas à impulsions de courants de polarité inversée ou alternée;

r. La machine fonctionne en moteur pas à pas à impulsions de courants de même sens;

s. La machine fonctionne en moteur à courant continu, l'alimentation se faisant par l'intermédiaire d'un système de commutation électronique ou d'un collecteur;

t. La machine fonctionne en alternateur;

u. La machine fonctionne en relais;

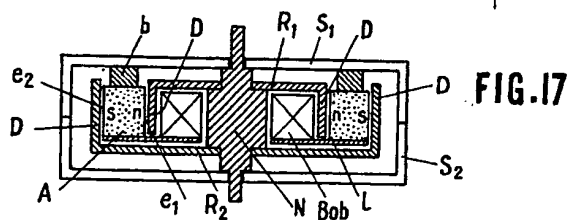
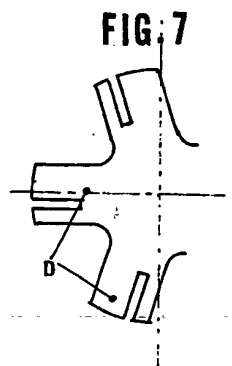
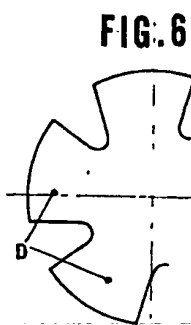
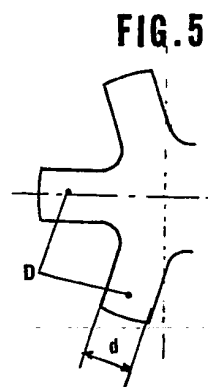
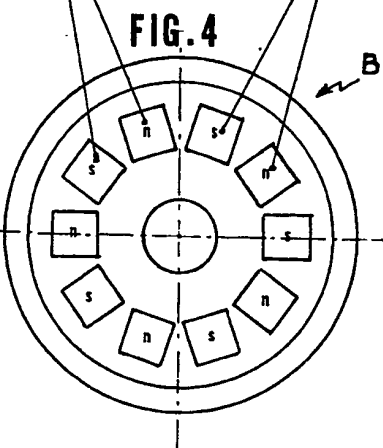
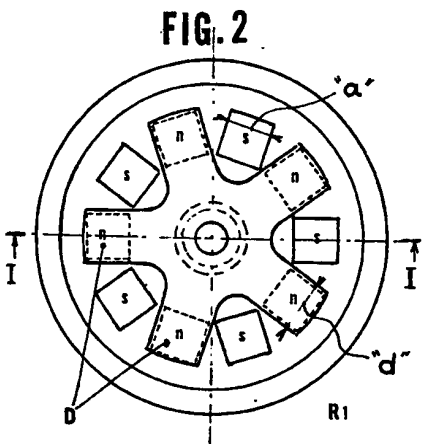
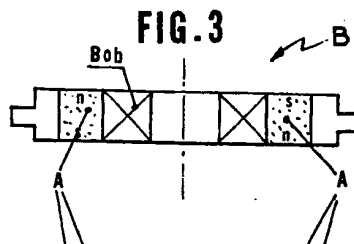
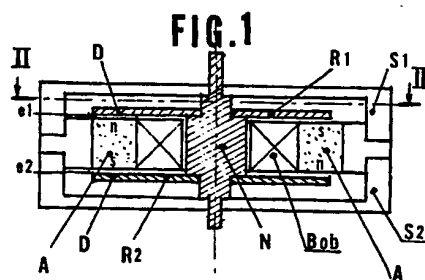
v. La machine fonctionne en vibreur;

w. La machine fonctionne en sonnerie.

SOCIÉTÉ ANONYME
DES ÉTABLISSEMENTS LÉON HATOT

Par procuration :

P. REGIMBEAU, J. CORRE & Y. PAILLET



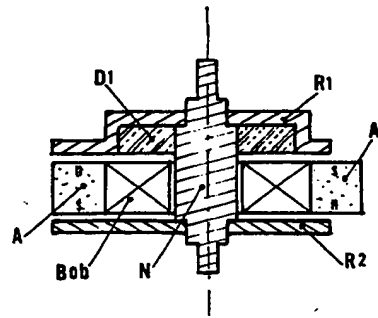


FIG. 8

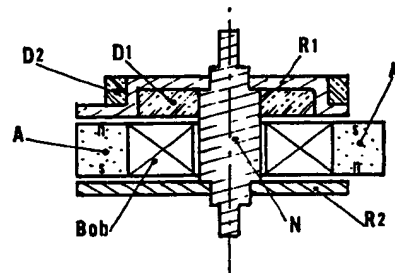


FIG. 9

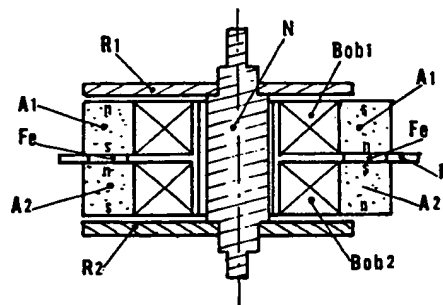


FIG. 10

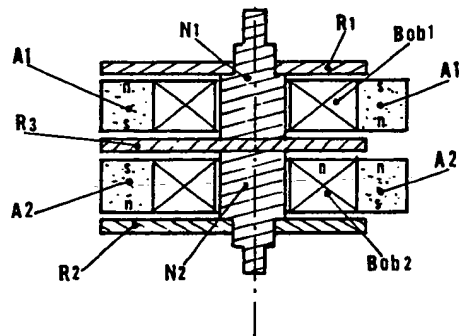


FIG. 11

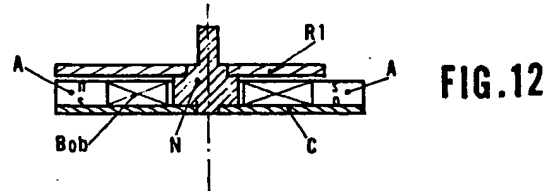


FIG. 12

FIG. 13

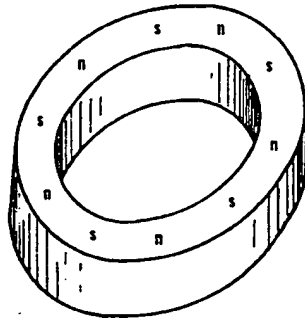


FIG. 14



FIG. 15

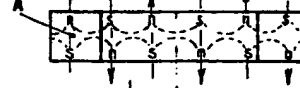


FIG. 4a

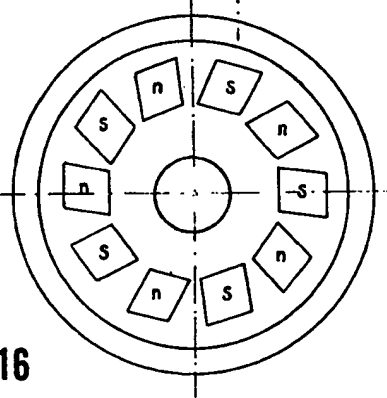
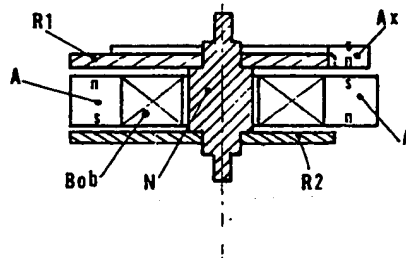


FIG. 16



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.